

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

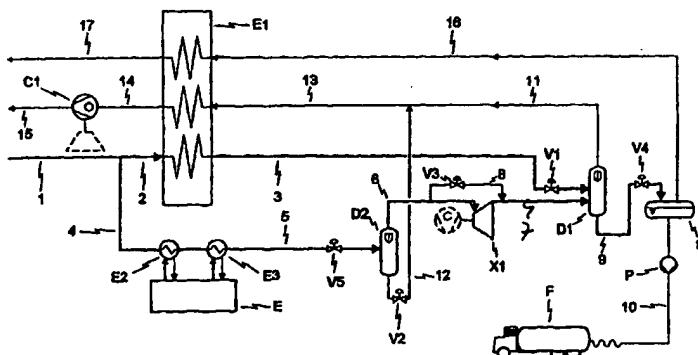
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICH NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : F25J 1/02, 3/06		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/58917
			(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 18. November 1999 (18.11.99)
(21) Internationales Aktenzeichen:	PCT/EP99/03083	(81) Bestimmungsstaaten:	AU, CN, NO, RU.
(22) Internationales Anmeldedatum:	5. Mai 1999 (05.05.99)		
(30) Prioritätsdaten:	198 21 242.9	12. Mai 1998 (12.05.98)	DE
(71) Anmelder:	LINDE AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Abraham-Lincoln-Strasse 21, D-65189 Wiesbaden (DE).		
(72) Erfinder:	WALZ, Hartmut; Tiroler Strasse 38, D-82515 Wolfratshausen (DE).		
(74) Gemeinsamer Vertreter:	LINDE AKTIENGESELLSCHAFT; Zentrale Patentabteilung, D-82049 Höllriegelskreuth (DE).		
		Veröffentlicht	<i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR LIQUEFYING A STREAM RICH IN HYDROCARBON

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM VERFLÜSSIGEN EINES KÖHLENWASSERSTOFF-REICHEN STROMES

(57) Abstract



(57) Zusammenfassung

Verfahren zum Verflüssigen eines unter Druck stehenden Kohlenwasserstoff-reichen Stromes, bei dem a) der zu verflüssigende Kohlenwasserstoff-reiche Strom (1) in wenigstens zwei Teilströme aufgeteilt wird, b) der erste Teilstrom (2) gegen wenigstens einen anzuwärmenden Prozessstrom abgekühlt (E1) und auf einen mittleren Druck entspannt wird (V1), c) der zweite Teilstrom (4) gegen wenigstens einen Kältekreislauf abgekühlt (E2, E3) und in wenigstens einer Entspannungsvorrichtung (X1) auf einen mittleren Druck entspannt wird, d) die bei der Entspannung (V1, X1) der beiden Teilströme entstehenden Gasfraktionen in wenigstens einem Abscheider (D1) abgetrennt und gegen den abzukühlenden ersten Teilstrom (2) angewärmt werden, und e) die aus dem Abscheider (D1) abgezogene Flüssigfraktion (9) das Verflüssigungsprodukt darstellt. Der erste Teilstrom (2) beträgt vorzugsweise zwischen 20 und 40 % und der zweite Teilstrom (4) zwischen 80 und 60 % der Gesamtmenge des zu verflüssigenden Kohlenwasserstoff-reichen Stromes (1). Vorteilhaft wird der abgekühlte (E1, E4) erste Teilstrom (1, 1') auf einen Druck entspannt (V1), bei dem wenigstens 90 %, vorzugsweise wenigstens 93 % der Teilstrommenge kondensieren.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PL	Polen		
CN	China	KZ	Kasachstan	PT	Portugal		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SE	Schweden		
EE	Estland			SG	Singapur		

BeschreibungVerfahren und Vorrichtung zum Verflüssigen
eines Kohlenwasserstoff-reichen Stromes

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Verflüssigen eines unter Druck stehenden Kohlenwasserstoff-reichen Stromes.

Unter dem Begriff "Kohlenwasserstoff-reicher Strom" sei im folgenden insbesondere Erdgas zu verstehen. Eine Vielzahl von Erdgasverflüssigungsprozessen, die der

10 Gewinnung von LNG dienen, arbeitet nach dem sog. Expanderverfahren. Dabei wird der zu verflüssigende Erdgasstrom zunächst - in der Regel mittels eines Adsorptionsprozeßes - von Wasser, Schwefelverbindungen sowie Kohlendioxid gereinigt. Die Abtrennung der unerwünschten schweren Kohlenwasserstoffe, bspw. C₆₊-Kohlenwasserstoffe erfolgt durch partielle Kondensation oder ebenfalls mittels 15 eines Adsorptionsprozeßes. Das von unerwünschten Komponenten gereinigte Erdgas wird anschließend gegen anzuwärmende Prozessströme sowie gegen einen Teilstrom des unter hohen Druck stehenden Erdgasstromes, der kälteleistend entspannt wird, abgekühlt und verflüssigt. Das verflüssigte Erdgas wird dann im Regelfall einem (Zwischen)Speicherbehälter zugeführt.

20 Nachteilig bei dieser Verfahrensweise ist jedoch, daß ein Großteil des Rohgasstromes nur als Kältemedium innerhalb des Verflüssigungsprozesses genutzt und anschließend als Niederdruckgas abgegeben werden muß, wodurch die Ausbeute an LNG eingeschränkt wird.

25 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Verflüssigen eines unter Druck stehenden Kohlenwasserstoff-reichen Stromes anzugeben, das bzw. die eine Steigerung der LNG-Ausbeute bei im wesentlichen unveränderten Investitions- und Betriebskosten ermöglicht.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Verflüssigen eines unter Druck stehenden Kohlenwasserstoff-reichen Stromes zeichnet sich dadurch aus, daß

- a) der zu verflüssigende Kohlenwasserstoff-reiche Strom in wenigstens zwei Teilströme aufgeteilt wird,
- 5 b) der erste Teilstrom gegen wenigstens einen anzuwärmenden Prozessstrom abgekühlt und auf einen mittleren Druck entspannt wird,
- c) der zweite Teilstrom gegen wenigstens einen Kältekreislauf abgekühlt und in wenigstens einer Entspannungsvorrichtung auf einen mittleren Druck entspannt wird,
- d) die bei der Entspannung der beiden Teilströme entstehenden Gasfraktionen in
- 10 10 wenigstens einem Abscheider abgetrennt und gegen den abzukühlenden ersten Teilstrom angewärmt werden, und
- e) die aus dem Abscheider abgezogene Flüssigfraktion das Verflüssigungsprodukt darstellt.

15

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Verflüssigen eines unter Druck stehenden Kohlenwasserstoff-reichen Stromes stellt eine Kombination aus einem sog. Expanderverfahren sowie einem Verflüssigungsverfahren gegen eine herkömmliche Standardkälteanlage, bei der bspw. Propylen, Propan oder Ammoniak als Kältemittel 20 verwendet werden, dar.

Das erfindungsgemäße Verfahren weiterbildend wird vorgeschlagen, daß der Druck des zu verflüssigenden Kohlenwasserstoff-reichen Stromes zwischen 60 und 150 bar beträgt.

25

Vorzugsweise wird der erste Teilstrom, nach seiner Abkühlung im Wärmetausch mit anzuwärmenden Prozessströmen auf einen Druck entspannt, bei dem wenigstens 90 %, vorzugsweise wenigstens 93 % der Teilstrommenge kondensieren.

30 Ferner beträgt - entsprechend einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens - der erste Teilstrom zwischen 20 und 40 % und der zweite Teilstrom zwischen 80 und 60 % der Gesamtmenge des zu verflüssigenden Kohlenwasserstoff-reichen Stromes.

Es hat sich gezeigt, daß eine derartige Verteilung zu einer optimalen Ausbeute an LNG bzw. C₁-Kohlenwasserstoffen führt, wobei gleichzeitig die Betriebskosten minimiert werden können.

- 5 Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Verflüssigen eines unter Druck stehenden Kohlenwasserstoff-reichen Stromes weist erfindungsgemäß
 - a) einen ersten Wärmetauscher, in dem ein erster Teilstrom des zu verflüssigenden Kohlenwasserstoff-reichen Stromes gegen wenigstens einen anzuwärmenden Prozessstrom abgekühlt wird,
- 10 b) einen zweiten Wärmetauscher, in dem ein zweiter Teilstrom des zu verflüssigenden Kohlenwasserstoff-reichen Stromes gegen einen Kältekreislauf abgekühlt wird,
- c) jeweils wenigstens eine Entspannungsvorrichtung pro Teilstrom, mittels derer die Teilströme auf einen mittleren Druck entspannt werden, und
- d) einen Abscheider, in dem die bei der Entspannung der beiden Teilströme
- 15 entstehenden Gasfraktionen abgetrennt werden, auf.

Das erfindungsgemäße Verfahren, die erfindungsgemäße Vorrichtung sowie weitere Ausgestaltungen des- bzw. derselben seien im folgenden anhand zweier in den Figuren 1 und 2 dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert.

- 20 In den Figuren 1 und 2 sind zwei unterschiedliche Verfahrensweisen zum Verflüssigen eines Erdgasstromes und zur Gewinnung von LNG beschrieben. Der über Leitung 1 herangeführte, zu verflüssigende Erdgasstrom ist bereits von unerwünschten Komponenten, wie Wasser, Kohlendioxid sowie höheren
- 25 Kohlenwasserstoffen mittels in den Figuren nicht dargestellter Vorbehandlungsschritte befreit.

Der zu verflüssigende Erdgasstrom 1, der bspw. einen Druck von 60 bis 150 bar aufweist, wird in einen ersten Teilstrom 2 und einen zweiten Teilstrom 4 aufgeteilt. Der 30 erste Teilstrom beträgt zwischen 20 und 40 % und der zweite Teilstrom zwischen 80 und 60 % der Gesamtmenge des zu verflüssigenden Kohlenwasserstoff-reichen Stromes. Durch die Aufteilung des zu verflüssigenden Erdgasstromes 1 in wenigstens zwei Teilströme 2 und 4 kann die Kälteleistung des Restgases, auf das im folgenden noch näher eingegangen werden wird, besser genutzt werden. Der erste Teilstrom 2 35 trägt ca. 50 bis 70 % der in dem Abscheider D1, auf den ebenfalls noch näher

eingegangen werden wird, gebildeten Flüssigkeit bei, während der zweite Teilstrom 4 für die Produktion der restlichen Flüssigkeit in dem Abscheider D1 erforderlich ist.

Der erste Teilstrom wird über Leitung 2 einem Wärmetauscher E1 zugeführt und in
5 diesem gegen anzuwärmende Prozessströme, auf die im folgenden noch näher
eingegangen werden wird, abgekühlt. Anschließend wird der erste Teilstrom über
Leitung 2 einem Entspannungsventil V1 zugeführt, in diesem entspannt und als Zwei-
Phasen-Strom dem Abscheider D1 zugeführt. Vorzugsweise wird der erste Teilstrom
in dem Entspannungsventil V1 auf einen Druck entspannt, bei dem wenigstens 90 %,
10 vorzugsweise wenigstens 93 % seiner Menge kondensieren.

Der zweite Teilstrom wird über Leitung 4 zwei hintereinander angeordneten
Wärmetauschern E2 und E3 zugeführt. Die Wärmetauscher E2 und E3 werden von
einem Kältemittel, beispielsweise Propylen, Propan oder Ammoniak, das in einer
15 Standardkälteanlage - dargestellt als Blackbox E - abgekühlt wird, durchströmt.
Prinzipiell kann anstelle zweier Wärmetauscher auch lediglich ein Wärmetauscher
vorgesehen sein.

Der in den Wärmetauschern E2 und E3 abgekühlte zweite Teilstrom wird über Leitung
20 5 einem Abscheider D2 zugeführt. Prinzipiell kann auf den Abscheider D2 verzichtet
werden; er ist lediglich aus sicherheitstechnischen Überlegungen sinnvoll, da er bei
einem Ausfall der Vorbehandlungsstufe, die der Abtrennung der unerwünschten
schweren Kohlenwasserstoffe dient, der Abtrennung der bei der Abkühlung in den
Wärmetauschern E2 und E3 möglicherweise anfallenden, flüssigen, schweren
25 Kohlenwasserstoffe dient. Würden diese flüssigen, schweren Kohlenwasserstoffe vor
der Entspannungsturbine X1 nicht abgetrennt, könnte dies zu Beschädigungen
und/oder Störungen an der Entspannungsturbine X1 führen.

Entsprechend einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann dem Abscheider
30 D2 zudem eine Entspannungsvorrichtung, vorzugsweise ein Entspannungsventil V5
oder ein Expander, vorgeschaltet sein. Diese Ausgestaltung der Erfindung macht
insbesondere bei vergleichsweise hohen Drücken Sinn.

Am Kopf des Abscheiders D2 wird über Leitung 6 eine gasförmige Fraktion entnom-
35 men und einer Entspannungsvorrichtung, bei der es sich vorzugsweise um eine

Entspannungsturbine X1 handelt, zugeführt. Um die Entspannungsturbine X1 bei einem Ausfall überbrücken zu können, ist eine Bypass-Leitung 8, in der ein Entspannungsventil V3 angeordnet ist, vorgesehen. Die in der Entspannungsvorrichtung arbeitsleistend entspannte Fraktion wird anschließend über Leitung 7 ebenfalls dem

5 Abscheider D1 zugeführt.

Aus dem Sumpf des Abscheiders D2 kann über Leitung 12, in der ein Entspannungsventil V2 angeordnet ist, eine Flüssigfraktion abgezogen und der aus dem Abscheider D1 über Leitung 11 abgezogenen Gasfraktionen, auf die im

10 folgenden noch näher eingangen werden wird, zugemischt werden.

Die in dem Abscheider D1 anfallende Flüssigfraktion; die das LNG-Produkt darstellt, wird über Leitung 9 aus dem Abscheider D1 abgezogen und über Entspannungsventil V4 in einen Speicherbehälter S entspannt. Aus diesem kann das verflüssigte Erdgas

15 bspw. über Leitung 10 mittels einer Pumpe P in ein LNG-Transport-Fahrzeug F umgepumpt werden.

Das am Kopf des Abscheiders D1 über Leitung 11 abgezogene sog. Mitteldruckgas, dem die über Leitung 12 aus dem Sumpf des Abscheiders D2 abgezogene und im

20 Entspannungsventil V2 entspannte Fraktion zugemischt wird, wird nach erfolgter Zumischung über Leitung 13 dem Wärmetauscher E1 zugeführt und in diesem gegen den abzukühlenden ersten Teilstrom in Leitung 2 angewärmt. Das im Wärmetauscher E1 erwärmte Mitteldruckgas wird anschließend über Leitung 14 einem Gebläse C1 zugeführt und nach erfolgter Druckerhöhung über Leitung 15 aus der Anlage als 25 Mitteldruckgas abgegeben. Vor der Abgabe des Mitteldruckgases kann dieses als Regeneriergas für die bei den in den Figuren 1 und 2 nicht dargestellten Vorbehandlungsschritten erforderlichen Adsorbern verwendet werden. Das Gebläse C1 kann bspw. durch den Expander X1 angetrieben werden.

30 Im Speicherbehälter S anfallendes Niederdruckgas wird aus diesem über Leitung 16 abgezogen und ebenfalls dem Wärmetauscher E1 zugeführt. Nach erfolgter Anwärmung im Wärmetauscher E1 gegen den abzukühlenden ersten Teilstrom kann das Niederdruckgas über Leitung 17 an ein städtisches Gasnetz abgegeben werden.

Die in der Figur 2 dargestellte Verfahrensweise bzw. Vorrichtung unterscheidet sich von derjenigen der Figur 1 dadurch, daß die Entspannung des zweiten Teilstromes mittels zweier Entspannungsvorrichtungen, die vorzugsweise als Expander X1 und X2 ausgebildet sind, erfolgt. Der in dem Expander X2 entspannte zweite Teilstrom wird

5 bei dieser Prozeßführung über Leitung 5' dem Abscheider D2 zugeführt. Die aus dem Sumpf des Abscheiders D2 über Leitung 12' entnommene Flüssigfraktion wird in einem zusätzlichen Wärmetauscher E4 unterkühlt und anschließend über Leitung 12", in der ein Entspannungsventil V2' angeordnet ist, ebenfalls dem Abscheider D1 zugeführt.

10

Der am Kopf des Abscheiders D1 über Leitung 11 abgezogene Mitteldruckgasstrom sowie der aus dem Speicherbehälter S über Leitung 16 abgezogene Niederdruckgasstrom werden ebenfalls dem Wärmetauscher E4 zugeführt und in diesem gegen den abzukühlenden ersten Teilstrom in Leitung 3 sowie den zu

15 unterkühlenden Strom in Leitung 12' angewärmt. Die Druckerhöhung des aus dem Wärmetauscher E1 über Leitung 14 abgezogenen Mitteldruckgasstromes erfolgt nunmehr mittels zweier Gebläse C1 und C2, die bspw. durch die Expander X1 und X2 angetrieben werden können.

20 Eine Prozeßführung gemäß der Figur 2 eignet sich insbesondere für Rohgase mit vergleichsweise hohen Rohgasdrücken und großen Rohgasmengen, während die in der Figur 1 dargestellte Prozeßführung bei hohen Rohgasdrücken und kleineren Rohgasmengen vorteilhaft ist.

25 Das erfindungsgemäße Verfahren sowie die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Verflüssigen eines unter Druck stehenden Kohlenwasserstoff-reichen Stromes ermöglichen eine deutliche Steigerung der LNG-Ausbeute, wobei die Investitions- und Betriebskosten im wesentlichen unverändert bleiben. Die im Abscheider D1 anfallende Flüssigkeitsmenge kann gegenüber einem herkömmlichen

30 Expanderverfahren im wesentlichen verdoppelt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verflüssigen eines unter Druck stehenden Kohlenwasserstoff-reichen Stromes, bei dem
 - a) der zu verflüssigende Kohlenwasserstoff-reiche Strom (1) in wenigstens zwei 5 Teilströme aufgeteilt wird,
 - b) der erste Teilstrom (2) gegen wenigstens einen anzuwärmenden Prozessstrom abgekühlt (E1) und auf einen mittleren Druck entspannt wird (V1),
 - c) der zweite Teilstrom (4) gegen wenigstens einen Kältekreislauf abgekühlt (E2, 10 E3) und in wenigstens einer Entspannungsvorrichtung (X1) auf einen mittleren Druck entspannt wird,
 - d) die bei der Entspannung (V1, X1) der beiden Teilströme entstehenden Gasfraktionen in wenigstens einem Abscheider (D1) abgetrennt und gegen den abzukühlenden ersten Teilstrom (2) angewärmt werden, und
 - e) die aus dem Abscheider (D1) abgezogene Flüssigfraktion (9) das 15 Verflüssigungsprodukt darstellt.
2. Verfahren zum Verflüssigen eines unter Druck stehenden Kohlenwasserstoff-reichen Stromes nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck des zu verflüssigenden Kohlenwasserstoff-reichen Stromes (1) zwischen 60 und 150 20 bar beträgt.
3. Verfahren zum Verflüssigen eines unter Druck stehenden Kohlenwasserstoff-reichen Stromes nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der abgekühlte (E1, E4) erste Teilstrom (1, 1') auf einen Druck entspannt wird (V1), 25 bei dem wenigstens 90 %, vorzugsweise wenigstens 93 % der Teilstrommenge kondensieren.
4. Verfahren zum Verflüssigen eines unter Druck stehenden Kohlenwasserstoff-reichen Stromes nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch 30 gekennzeichnet, daß der erste Teilstrom (2) zwischen 20 und 40 % und der zweite Teilstrom (4) zwischen 80 und 60 % der Gesamtmenge des zu verflüssigenden Kohlenwasserstoff-reichen Stromes (1) beträgt.

5. Verfahren zum Verflüssigen eines unter Druck stehenden Kohlenwasserstoffreichen Stromes nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Entspannungsvorrichtung (X1) wenigstens ein Abscheider (D2) vorgeschaltet ist.
6. Verfahren zum Verflüssigen eines unter Druck stehenden Kohlenwasserstoffreichen Stromes nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß dem Abscheider (D2) eine Entspannungsvorrichtung (V5) vorgeschaltet ist.
- 10 7. Verfahren zum Verflüssigen eines unter Druck stehenden Kohlenwasserstoffreichen Stromes nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die im Abscheider (D2) abgetrennte Flüssigfraktion (12, 12') der aus dem Abscheider (D1) abgezogenen Gasfraktion (11) beigemischt und/oder dem Abscheider (D1) zugeführt wird (12").
- 15 8. Verfahren zum Verflüssigen eines unter Druck stehenden Kohlenwasserstoffreichen Stromes nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die im Abscheider (D2) abgetrennte Flüssigfraktion (12'), die dem Abscheider (D1) zugeführt wird (12"), vor der Zuführung in den Abscheider (D1) unterkühlt wird (E4).
- 20 9. Verfahren zum Verflüssigen eines unter Druck stehenden Kohlenwasserstoffreichen Stromes nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die aus dem Abscheider (D1) abgezogene Flüssigfraktion (9) entspannt (V4) und einem Speicherbehälter (S) zugeführt wird.
- 25

10. Vorrichtung zum Verflüssigen eines unter Druck stehenden Kohlenwasserstoff-reichen Stromes, aufweisend

- a) einen ersten Wärmetauscher (E1), in dem ein erster Teilstrom (2) des zu verflüssigenden Kohlenwasserstoff-reichen Stromes (1) gegen wenigstens 5 einen anzuwärmenden Prozessstrom abgekühlt wird,
- b) einen zweiten Wärmetauscher (E2, E3), in dem ein zweiter Teilstrom (2) des zu verflüssigenden Kohlenwasserstoff-reichen Stromes (1) gegen einen Kältekreislauf abgekühlt wird,
- c) jeweils wenigstens eine Entspannungsvorrichtung (V1, X1) pro Teilstrom (3, 5, 10 6), mittels derer die Teilströme auf einen mittleren Druck entspannt werden, und
- d) einen Abscheider (D1), in dem die bei der Entspannung (V1, X1) der beiden Teilströme entstehenden Gasfraktionen abgetrennt werden.

15 11. Vorrichtung zum Verflüssigen eines unter Druck stehenden Kohlenwasserstoff-reichen Stromes nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem zweiten Wärmetauscher (E2, E3) und der Entspannungsvorrichtung (X1) wenigstens ein Abscheider (D2) angeordnet ist.

20 12. Vorrichtung zum Verflüssigen eines unter Druck stehenden Kohlenwasserstoff-reichen Stromes nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem zweiten Wärmetauscher (E2, E3) und dem Abscheider (D2) wenigstens eine Entspannungsvorrichtung (V5) angeordnet ist.

25

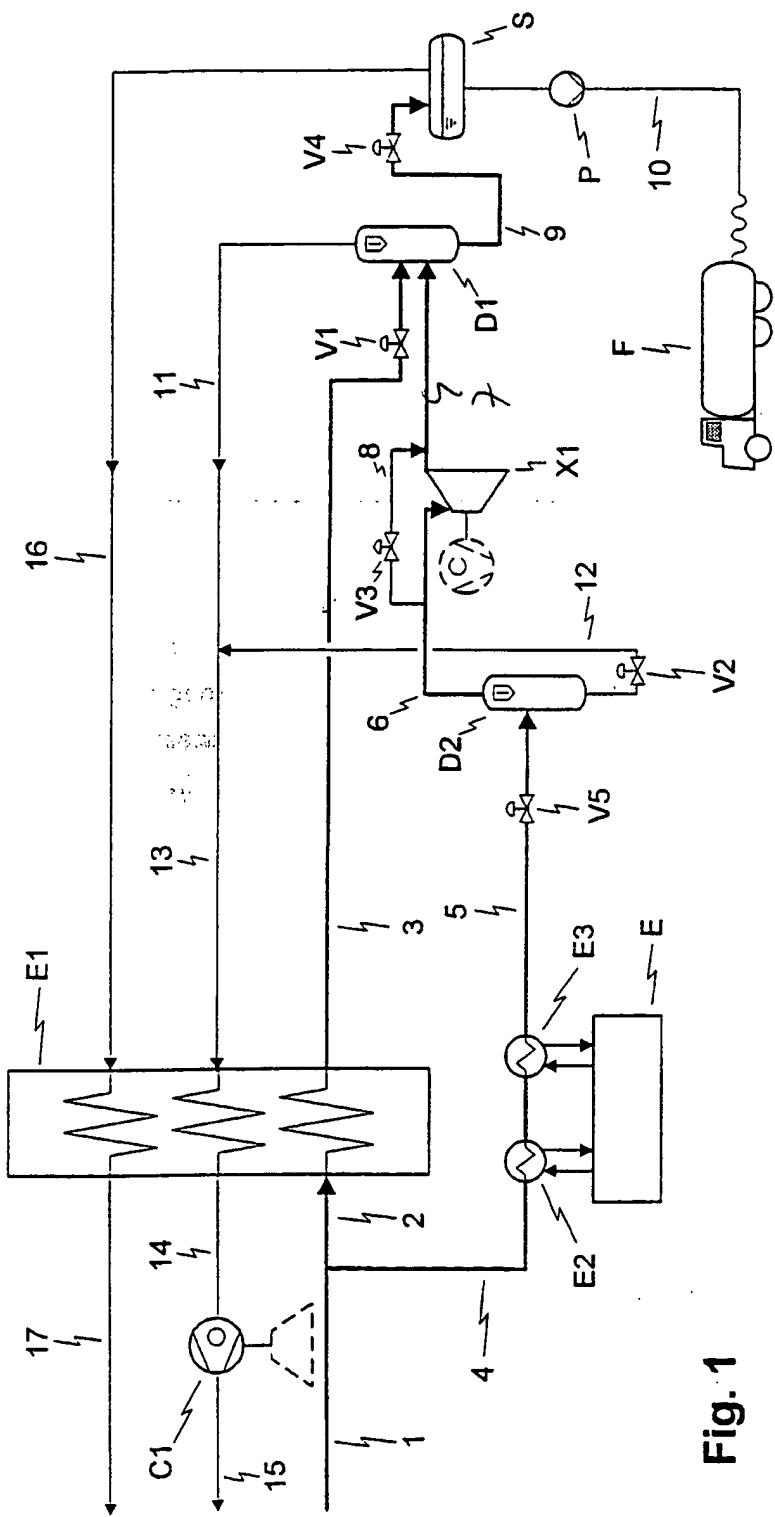


Fig. 1

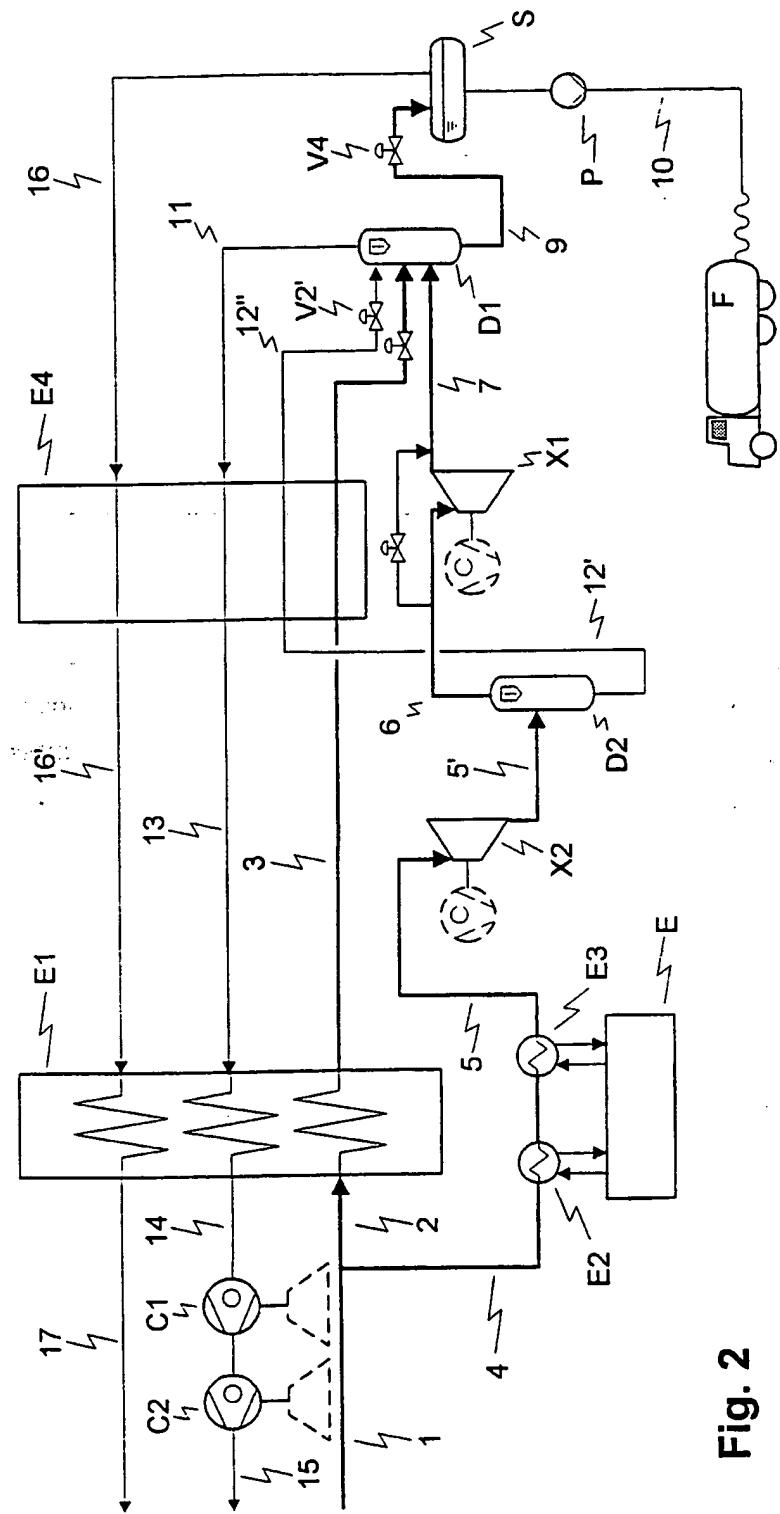


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No	
PCT/EP 99/03083	

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 F25J1/02 F25J3/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 F25J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 95 18345 A (INST FRANÇAIS DU PETROL ;PREVOST ISABELLE (FR); ROHEY ALEXANDRE (F) 6 July 1995 (1995-07-06) page 20, line 32 -page 22, line 7; claims; figure 6; examples ---	1,2, 10-12
A	EP 0 266 984 A (BOC GROUP INC) 11 May 1988 (1988-05-11) the whole document ---	1-12
A	EP 0 113 539 A (MOBIL OIL CORP) 18 July 1984 (1984-07-18) the whole document ---	1-12
A	GB 2 288 868 A (PHILLIPS PETROLEUM CO) 1 November 1995 (1995-11-01) the whole document ---	1-12
		-/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 September 1999

Date of mailing of the international search report

04/10/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lapeyrière, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte onal Application No
PCT/EP 99/03083

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 20 14 776 A (LINDE AKTIENGESELLSCHAFT) 30 September 1971 (1971-09-30) the whole document ----	1-12
P,A	EP 0 875 725 A (PRAXAIR TECHNOLOGY INC) 4 November 1998 (1998-11-04) the whole document -----	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inte: **onal Application No**

PCT/EP 99/03083

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)			Publication date
WO 9518345	A 06-07-1995	FR	2714720 A		07-07-1995
		FR	2714722 A		07-07-1995
		AU	684885 B		08-01-1998
		AU	1388395 A		17-07-1995
		CA	2156249 A		06-07-1995
		EP	0687353 A		20-12-1995
		ES	2126876 T		01-04-1995
		JP	8507364 T		06-08-1996
		NO	953377 A		29-08-1995
		US	5651269 A		29-07-1997
EP 0266984	A 11-05-1988	US	4740223 A		26-04-1988
		AU	577985 B		06-10-1988
		AU	7980987 A		26-05-1988
		CA	1298541 A		07-04-1992
		JP	1645827 C		13-03-1992
		JP	3009388 B		08-02-1991
		JP	63129290 A		01-06-1988
		ZA	8707574 A		18-04-1988
EP 0113539	A 18-07-1984	US	4456459 A		26-06-1984
GB 2288868	A 01-11-1995	US	5473900 A		12-12-1995
		AU	674813 B		09-01-1997
		AU	1612895 A		16-11-1995
		BR	9501783 A		05-12-1995
		CA	2143585 A		30-10-1995
		NO	951661 A		30-10-1995
DE 2014776	A 30-09-1971	NONE			
EP 0875725	A 04-11-1998	US	5836173 A		17-11-1998
		CA	2236360 A		01-11-1998
		CN	1201132 A		09-12-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/03083

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 F25J1/02 F25J3/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 F25J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 95 18345 A (INST FRANCAIS DU PETROL ;PREVOST ISABELLE (FR); ROHEY ALEXANDRE (F) 6. Juli 1995 (1995-07-06) Seite 20, Zeile 32 -Seite 22, Zeile 7; Ansprüche; Abbildung 6; Beispiele ---	1,2, 10-12
A	EP 0 266 984 A (BOC GROUP INC) 11. Mai 1988 (1988-05-11) das ganze Dokument ---	1-12
A	EP 0 113 539 A (MOBIL OIL CORP) 18. Juli 1984 (1984-07-18) das ganze Dokument ---	1-12
A	GB 2 288 868 A (PHILLIPS PETROLEUM CO) 1. November 1995 (1995-11-01) das ganze Dokument ---	1-12
		-/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :	
A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist	*T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	*X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)	*Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht	*&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist	

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

23. September 1999

04/10/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Lapeyrere, J

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/03083

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 20 14 776 A (LINDE AKTIENGESELLSCHAFT) 30. September 1971 (1971-09-30) das ganze Dokument ---	1-12
P,A	EP 0 875 725 A (PRAXAIR TECHNOLOGY INC) 4. November 1998 (1998-11-04) das ganze Dokument -----	1-12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/03083

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 9518345 A	06-07-1995	FR	2714720 A	07-07-1995
		FR	2714722 A	07-07-1995
		AU	684885 B	08-01-1998
		AU	1388395 A	17-07-1995
		CA	2156249 A	06-07-1995
		EP	0687353 A	20-12-1995
		ES	2126876 T	01-04-1995
		JP	8507364 T	06-08-1996
		NO	953377 A	29-08-1995
		US	5651269 A	29-07-1997
EP 0266984 A	11-05-1988	US	4740223 A	26-04-1988
		AU	577985 B	06-10-1988
		AU	7980987 A	26-05-1988
		CA	1298541 A	07-04-1992
		JP	1645827 C	13-03-1992
		JP	3009388 B	08-02-1991
		JP	63129290 A	01-06-1988
		ZA	8707574 A	18-04-1988
EP 0113539 A	18-07-1984	US	4456459 A	26-06-1984
GB 2288868 A	01-11-1995	US	5473900 A	12-12-1995
		AU	674813 B	09-01-1997
		AU	1612895 A	16-11-1995
		BR	9501783 A	05-12-1995
		CA	2143585 A	30-10-1995
		NO	951661 A	30-10-1995
DE 2014776 A	30-09-1971	KEINE		
EP 0875725 A	04-11-1998	US	5836173 A	17-11-1998
		CA	2236360 A	01-11-1998
		CN	1201132 A	09-12-1998